

PLASTIC OPTICAL FIBER

Patent number: JP11160552
Publication date: 1999-06-18
Inventor: TOYOSHIMA SHINICHI
Applicant: ASAHI CHEMICAL IND
Classification:
- international: G02B6/00; G02B6/44; C08F214/18
- european:
Application number: JP19970329888 19971201
Priority number(s): JP19970329888 19971201

Report a data error here

Abstract of JP11160552

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a plastic optical fiber having a large theoretical NA and excellent heat resistance and chemical resistance with low loss by forming a three-layer structure of core resin, sheath resin and protective layer resin by multiple spinning. **SOLUTION:** The core resin, sheath resin and protective layer resin are supplied at one time to the multispinning die for multiple spinning to form a three-layer structure. The core resin consists of a polymethylmethacrylate resin. The sheath resin consists of a ternary copolymer of vinylidenefluoride, tetrafluoroethylene and hexafluoropropene or a binary copolymer of vinylidenefluoride and hexafluoropropene, and contains 30 to 92 mol.% vinylidenefluoride component, 0 to 55 mol.% tetrafluoroethylene component and 8 to 25 mol.% hexafluoropropene component. The sheath resin has 1.350 to 1.380 refractive index measured with sodium-D line at 20 deg.C and has a specified melt flow index (MI). The protective layer resin has ≥ 120 deg.C melting point and a higher MI than that of the sheath resin.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-160552

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月18日

(51) Int. Cl. ⁴	識別記号	F I
G 0 2 B 6/00	3 9 1	G 0 2 B 6/00 3 9 1
6/44	3 2 1	6/44 3 2 1
// C 0 8 F 214/18		C 0 8 F 214/18

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-329888

(22) 出願日 平成9年(1997)12月1日

(71) 出願人 000000033

旭化成工業株式会社

大阪府大阪市北区堂島浜1丁目2番6号

(72) 発明者 豊島 真一

千葉県袖ヶ浦市中袖5番地1 旭化成工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 渡辺 敬介 (外1名)

(54) 【発明の名称】 プラスチック光ファイバ

(57) 【要約】

【課題】 高NAで、高温条件でも光学的、構造的に安定で、曲げによる光ロスが小さいプラスチック光ファイバを提供する。

【解決手段】 芯樹脂としてポリメチルメタクリレート系樹脂を、鞘樹脂としてビニリデンフロライド-テトラフロロエチレン-ヘキサフロロプロペンからなり、屈折率が1.350~1.380で柔らかい樹脂を、保護層樹脂としてビニリデンフロライド系樹脂を用い、3層複合ダイを用いて複合紡糸してプラスチック光ファイバを形成する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 透明樹脂からなる芯と、その回りを取り囲む屈折率の低い透明な鞘と、さらにその回りを薄く被覆した保護層とからなる3層構造のプラスチック光ファイバであって、上記芯を形成する芯樹脂が、ポリメチルメタクリレート系樹脂であり、上記鞘を形成する鞘樹脂が、ビニリデンフロライドとテトラフロロエチレンとヘキサフロロプロベンの3元共重合体またはビニリデンフロライドとヘキサフロロプロベンの2元共重合体であって、ビニリデンフロライド成分が30～92モル%、テトラフロロエチレン成分が0～55モル%、ヘキサフロロプロベン成分が8～25モル%の範囲にあり、ナトリウムD線で20℃で測定した屈折率が1.350～1.380の範囲にあり、23℃におけるショアD硬度(ASTM D2240)の値が30～55の範囲にあり、紡糸温度T℃におけるメルトフローインデックスMI(ASTM D1238; 荷重10Kg、オリフィスの直径2mm、長さ8mmノズルから10分間に流れる樹脂のg数)が下記(1)式を満足し、

$$15 < MI < (5/9) \times T - 100 \quad (1)$$

上記保護層を形成する保護層樹脂が、融点(JIS K-7122)が120℃以上であり、ピカット軟化温度(ASTM 1525)が100℃以上であり、かつ紡糸温度T℃におけるMIが上記鞘樹脂よりも大きい樹脂であり、上記芯樹脂、鞘樹脂、保護層樹脂を同時に複合紡糸ダイに供給して複合紡糸により3層構造を形成してなることを特徴とするプラスチック光ファイバ。

【請求項2】 上記保護層樹脂がビニリデンフロライド系樹脂である請求項1のプラスチック光ファイバ。

【請求項3】 上記保護層樹脂がナイロン12またはナイロン11である請求項1のプラスチック光ファイバ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】 本発明は、車載用配線、移動体配線、FA機器配線、パソコン配線などの光信号伝送や、光電センサーなどに使用される、プラスチック光ファイバに関する。

【0002】

【従来の技術】 芯をポリメチルメタクリレート系樹脂(以下、「PMMA系樹脂」と記す)とするプラスチック光ファイバの鞘樹脂としては、フルオロアルキルメタクリレート系の共重合体が知られている。特公平7-11605号公報にはそのような鞘樹脂が示されているがその屈折率は精々1.40前後である。ビニリデンフロライドとテトラフロロエチレンの共重合体としては特に共重合組成が80モル%/20モル%で、屈折率が1.403の2元共重合体が特に有名である。ビニリデンフロライドとテトラフロロエチレンとヘキサフロロプロベン共重合体についても公知であり、特公昭62-3401号公報にはビニリデンフロライド、テトラフロロエチ

レン、不飽和重合性化合物からなる共重合体であって、そのメルトフローインデックスが紡糸温度T℃において $(5/9) \times T - 100$ g/10分以上であるものが提案されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 近年プラスチック光ファイバは、ライトガイド、光電センサーの用途、自動車内の近距離敷設配線、オーディオ用配線、FA用配線など比較的短距離に使用されるものが多くなっているが、問題は、PMMA系プラスチック光ファイバの場合、理論NAが0.55程度以下のため、プラスチック光ファイバを曲げたときのロスが大きいう問題があった。その外、ライトガイドや光電センサーに使用する場合には、受光量が小さいという問題があった。そして、自動車の中の配線や、ネットワークの配線の場合には、敷設時の曲げ配線による光ロスの問題の他に、光ファイバを分岐したり結合したりするときの結合ロスの問題などがクローズアップされてはいるが、プラスチック光ファイバのNAについての特別の見直しはこの10年間全くなされていないのが実情であった。しかるに、本発明者はこれらの問題が大きくNAに起因していることに着目し、近年の市場の要求する機能を備えたプラスチック光ファイバの提供を行うものである。

【0004】 即ち、本発明の目的は、理論NAがより大きく、耐熱性及び耐薬品性に優れた低損失のプラスチック光ファイバを提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明は第1に、透明樹脂からなる芯と、その回りを取り囲む屈折率の低い透明な鞘と、さらにその回りを薄く被覆した保護層とからなる3層構造のプラスチック光ファイバであって、上記芯を形成する芯樹脂が、ポリメチルメタクリレート系樹脂であり、上記鞘を形成する鞘樹脂が、ビニリデンフロライドとテトラフロロエチレンとヘキサフロロプロベンの3元共重合体またはビニリデンフロライドとヘキサフロロプロベンの2元共重合体であって、ビニリデンフロライド成分が30～92モル%、テトラフロロエチレン成分が0～55モル%、ヘキサフロロプロベン成分が8～25モル%の範囲にあり、ナトリウムD線で20℃で測定した屈折率が1.350～1.380の範囲にあり、23℃におけるショアD硬度(ASTM D2240)の値が30～55の範囲にあり、紡糸温度T℃におけるメルトフローインデックスMI(ASTM D1238; 荷重10Kg、オリフィスの直径2mm、長さ8mmノズルから10分間に流れる樹脂のg数)が下記

$$(1) \text{式を満足し、} \\ 15 < MI < (5/9) \times T - 100 \quad (1)$$

上記保護層を形成する保護層樹脂が、融点(JIS K-7122)が120℃以上であり、ピカット軟化温度(ASTM 1525)が100℃以上であり、かつ紡糸

温度 $T^{\circ}\text{C}$ におけるM1が上記鞘樹脂よりも大きい樹脂であり、上記芯樹脂、鞘樹脂、保護層樹脂を同時に複合紡糸ダイに供給して複合紡糸により3層構造を形成してなることを特徴とするプラスチック光ファイバである。

【0006】また第2の発明は、上記保護層樹脂がビニリデンフロライド系樹脂であるプラスチック光ファイバであり、第3の発明は上記保護層樹脂がナイロン12またはナイロン11であるプラスチック光ファイバである。

【0007】

【発明の実施の形態】本発明の芯に用いるPMMA系樹脂としては、メチルメタクリレートを含む共重合体で、共重合可能な成分として、アクリル酸メチル、アクリル酸エチル、アクリル酸ブチルなどのアクリル酸エステル類、メタクリル酸エチル、メタクリル酸プロピル、メタクリル酸シクロヘキシルなどのメタクリル酸エステル類、イソプロピルマレイミドのようなマレイミド類、アクリル酸、メタクリル酸、スチレンなどの中から一種以上適宜選択して共重合させたものなどが挙げられ、その分子量が重量平均分子量として8万~20万程度のものが好ましく、特に10万~12万が好ましい。

【0008】プラスチック光ファイバに用いられる鞘樹脂としては、従来はフルオロアルキルメタクリレート系の共重合体が耐熱的に安定な伝送損失値を維持することから、通信用途やFA用途では使用されてきた。しかし、これらの鞘樹脂の屈折率は1.42~1.40前後である。理論NAは芯樹脂の屈折率の2乗と鞘樹脂の屈折率の2乗の差の平方根で示されるが、本発明においては、 20°C におけるナトリウムD線で測定した屈折率を指標に議論するとNAは0.52程度が上限である。他方、ビニリデンフロライド系の樹脂として実用化されているものは、ビニリデンフロライドとテトラフロロエチレンの80モル%/20モル%の共重合体で屈折率が1.403のものや、ビニリデンフロライドとトリフロロエチレンとヘキサフロロアセトンからなる屈折率が1.400の樹脂であり、これもNAは0.52程度であった。

【0009】上記のようなプラスチック光ファイバケーブルを曲げ半径10mmの棒に1回巻きつけただけで2dB程度のロスがでるとというのが現状である。このような問題は自動車の中のネットワークにファイバを配線する場合などにはファイバを非常に狭い空間で引き回すため、その曲げによる光ロスが深刻な問題となっている。ファイバの曲げによる光ロスを低減するにはNAを上げることが有効であることは分かっているが、その試みは成功しておらず、現在は依然として低いNAのファイバが使用されている。一方ライトガイドや光電センサーの用途でも、出来るだけ受光量を大きくしたいという要望がある。光ファイバが受光出来る光量は概ねNAの2乗

に比例するということも判っているので、NAの高いプラスチック光ファイバが望まれているが、PMMA系樹脂からなる芯を有するプラスチック光ファイバで実用化されているファイバのNAはいずれも0.55を上回るようなものは無いという現実がある。

【0010】本発明者はNAの高い光ファイバを開発すべく鋭意検討の結果、ビニリデンフロライドとテトラフロロエチレンとヘキサフロロプロペンの3元共重合体またはビニリデンフロライドとヘキサフロロプロペンの2元共重合体で、ビニリデンフロライド成分が30~92モル%、テトラフロロエチレン成分が0~55モル%、ヘキサフロロプロペン成分が8~25モル%の範囲の中にある共重合体の大半は屈折率が低く、ナトリウムD線で 20°C で測定した屈折率が1.350~1.380の範囲にあり、NAが0.60前後の非常にNAの高いプラスチック光ファイバが得られることがわかった。

【0011】しかしながら、プラスチック光ファイバとして使用できるためには、鞘樹脂が余りにも軟らか過ぎることは実用化できない。軟らか過ぎる鞘樹脂は鞘がべたつき、裸線同志が融着してしまい、ポビンに巻き取ることが出来ないし、機械的な締めつけによって鞘が流れたりして、ファイバの信頼性が損なわれるからである。

【0012】本発明はショアD硬度が30~55というような軟らかな鞘樹脂を対象としているが、特に30~45程度の軟らかな鞘については前述の理由によってプラスチック光ファイバとしての実用化ができないものと思われていた。これに対し、本発明者は、鞘樹脂の平均分子量を大きくすると、極端にべたつきを生じ易い低分子成分の含有量を抑制することができ、同一の共重合体組成であってもべたつきが少なく、弾力性のある樹脂となり、プラスチック光ファイバの材料としてより適用性が増すことが判明した。

【0013】しかし、すでに特公昭62-3401号公報に述べられているように、鞘樹脂のメルトフローインデックスが紡糸温度 $T^{\circ}\text{C}$ において $\{(5/9) \times T - 100\} \text{ g/10分}$ 以上でなければ光ファイバの伝送損失が大きくなるようになってしまうとされているように、流動性の小さい鞘を用いたプラスチック光ファイバは伝送損失が大きく有益なプラスチック光ファイバは得がたいという問題があった。

【0014】本発明者は、芯と鞘とその上に保護層と称する流動性に優れ、かつプラスチック光ファイバの機械物性や耐薬品性を付与するような層を同時に複合紡糸により成形すれば、驚くべきことに鞘樹脂のメルトフローインデックスが低くても紡糸速度などを低下させることなく低損失のプラスチック光ファイバを製造することができるとともに、鞘樹脂のショアD硬度が低くても実用的なプラスチック光ファイバが得られることを見出し本発明を完成させた。

【0015】即ち、本発明で用いる鞘樹脂は、ビニリデ

ンフロライドとテトラフロロエチレンとヘキサフロロプロ
 ロベンの3元共重合体またはビニリデンフロライドとヘ
 キサフロロプロベンの2元共重合体で、ビニリデンフロ
 ライド成分が30～92モル%、テトラフロロエチレン
 成分が0～55モル%、ヘキサフロロプロベン成分が8
 ～25モル%の範囲にあり、ナトリウムD線で20℃で
 測定した屈折率が1.350～1.380の範囲にあり、23℃におけるショアD硬度(ASTM D2240)の値が10～55の樹脂で、紡糸温度T℃における
 メルトフローインデックス(ASTM D1238; 荷
 重10Kg、オリフィスの直径2mm、長さ8mmノズ
 ルから10分間に流れる樹脂のg数)(以下、「MI」
 と記す)が下記(1)式を満足するものであり、
 $15 < MI < (5/9) \times T - 100$ (1) 式
 中でも屈折率と透明性と硬度の総合的な調和された性能
 から、より好ましい鞘樹脂の組成範囲はビニリデンフロ
 ライド成分が40～62モル%、テトラフロロエチレン*

*成分が28～40モル%、ヘキサフロロプロベン成分が
 8～22モル%の範囲の中にあり、23℃におけるショ
 アD硬度(ASTM D2240)の値が35～45の
 樹脂である。

【0016】本発明に用いる鞘樹脂の各成分の含有量
 は、NMRにより測定することができる。具体的には、
 鞘樹脂試料の適量をアセトン-d6とα, α, α-トリ
 フロロトルエンとの混合溶媒に溶解してなる試料溶液を
 用意し、観測周波数は¹Hが400MHz、¹⁹Fが3
 76MHzとし、化学シフトの基準物として、¹H-N
 MRはテトラメチルシランを基準に換算し、¹⁹F-NM
 Rはトリクロロフロロメタンを基準に換算した。スペク
 トルからの各成分濃度の算出は次式により求めた重量%
 組成を、モル%換算する。

【0017】

【数1】

$$\text{ビニリデンフロライド成分(重量\%)} = \frac{A \times \frac{B}{C \times (2/5)} \times 64}{D} \times 100$$

$$\text{ヘキサフロロプロベン成分(重量\%)} = \frac{A \times \frac{E}{F} \times 150}{D} \times 100$$

$$\text{テトラフロロエチレン成分(重量\%)} = 100 - \text{ビニリデンフロライド成分(重量\%)} \\ - \text{ヘキサフロロプロベン成分(重量\%)}$$

【0018】尚、上記式中、

A: 試料溶液中のトリフロロトルエンmmol数

B: ¹H-NMRで2.2～2.7ppmと3.0～
 3.8ppmの積分値合計

C: ¹H-NMRで7.0～8.5ppmの積分値

D: 試料溶液中の試料mg数

E: ¹⁹F-NMRで-67～-78ppmの積分値

F: ¹⁹F-NMRで-62～-66ppmの積分値

【0019】次に本発明の保護層用いる樹脂について述
 べる。保護層樹脂として必要な特性は、①鞘樹脂との密
 着性があること、②プラスチック光ファイバを紡糸する
 温度において、鞘のMIより大きい流動性を示す樹脂で
 あること、③鞘の耐熱性として特に熱変形性を補強する
 観点から融点やピカット軟化温度が高いことである。

【0020】従って本発明に用いる保護層樹脂は融点
 (JIS K-7122)が120℃以上であり、かつ
 ピカット軟化温度(ASTM1525)が100℃以上
 である。また保護層樹脂のMIは鞘樹脂のMIよりも高
 いことが必要であり、紡糸温度において鞘樹脂のMIよ
 り20g/10分以上高いことがより好ましい。上限に
 ついては樹脂の種類にもよるが数100g/10分でも
 可能である。このような高いMIの保護層樹脂は、紡糸
 ダイにおける樹脂の流れを滑らかにする効果があり、鞘
 樹脂の流動性が低くても3層複合紡糸法によりファイバ
 を製造すれば伝送性能を低下することなく、低損失のブ

ラスチック光ファイバを生産性のよい紡糸速度で製造で
 きるというメリットがある。

【0021】本発明に用いられる保護層樹脂は鞘樹脂と
 の密着性が重要であり、そのような樹脂としてはビニリ
 デンフロライド系樹脂が挙げられる。ビニリデンフロラ
 イド系樹脂としてはポリビニリデンフロライド、ポリビ
 ニリデンフロラードクロロトリフロロエチレンのラン
 ダム共重合体にビニリデンフロライドをグラフトさせた
 共重合体、ポリビニリデンフロラードテトラフロロエ
 チレン共重合体、ポリビニリデンフロラードヘキサフ
 ロロプロベン共重合体、ポリビニリデンフロラードテ
 トラフロロエチレン-ヘキサフロロプロベン共重合体、
 ポリビニリデンフロラードクロロトリフロロエチレン
 共重合体などの樹脂でありビニリデンフロライド構成
 成分が50重量%以上のものが、鞘への密着力が強く、且
 つ耐熱性や耐薬品性に優れる点で好ましい。また、同様
 に好ましい保護層樹脂としてはナイロン12及びナイロ
 ン11も耐熱性と鞘層との密着性と耐薬品性に優れる点
 で好ましい。その他の樹脂も同様の特性があれば用いる
 ことが可能である。

【0022】本発明のプラスチック光ファイバは、上記
 した芯樹脂、鞘樹脂、保護層樹脂を3層複合紡糸ダイに
 同時に供給し、複合紡糸して同時に3層構造を形成する
 ことにより得られる。この時の紡糸温度は好ましくは2
 00℃～260℃であり、特に好ましい温度は230℃

～250℃である。

【0023】図1に本発明のプラスチック光ファイバの断面模式図を示す。図中、1は芯、2は鞘、3は保護層である。

【0024】本発明のプラスチック光ファイバの直径は100μm～5000μm程度であり、そのうち芯の直径はプラスチック光ファイバの直径の85%～99%、鞘の厚さはプラスチック光ファイバの直径の0.3%～5%、保護層の厚さはプラスチック光ファイバの直径の0.3%～5%がそれぞれ好ましい。

【0025】これらのプラスチック光ファイバはそのまま使用されることもあるが、さらにその上にポリエチレンやポリ塩化ビニル、ポリウレタン、ナイロン、ポリプロピレンなどの熱可塑性樹脂のジャケットを施してケーブルとして使用することもできる。

【0026】

【実施例】【実施例1】屈折率が1.492で重量平均分子量が10万のポリメチルメタクリレート樹脂を芯樹脂として用いた。鞘樹脂としては、ビニリデンフロライド59モル%、テトロフロロエチレン30%、ヘキサフロロプロベン11%からなる共重合体で、240℃におけるMIが27g/10分、屈折率が1.364で23℃におけるショアD硬度の値が41の鞘樹脂を用いた。保護層樹脂としては、ビニリデンフロライド72重量%とテトラフロロエチレン28重量%からなる共重合体で、240℃におけるMIが90g/10分であり、融点が127℃、ヒカット軟化温度が119℃のビニリデンフロライド系樹脂を用いた。

【0027】尚、上記鞘樹脂の各成分の含有量については、アセトン-d6を91重量部とα, α, α-トリフロロトルエン9重量部からなる混合溶媒100重量部に鞘樹脂を9～10重量部精秤して溶解して調製した試料溶液を用い前述した通り、NMRで測定して求めた。

【0028】上記芯樹脂、鞘樹脂、保護層樹脂の3つの樹脂を図2に示すような3層複合紡糸ダイに導入した。図中、11は芯樹脂導入口、12は鞘樹脂導入口、13は保護層樹脂導入口、14は3層構造体の排出口である。この紡糸ダイの温度は240℃とし、芯径970μm、鞘外径985μm、保護層外径1000μmのプラスチック光ファイバを20m/minの紡糸速度で紡糸した。

【0029】得られたプラスチック光ファイバを52mと2mで測定した伝送損失は650nmの波長で、入射NA0.15で測定して126dB/kmであった。このプラスチック光ファイバを素線として、その外側に黒色ポリエチレンのジャケットをほどこし、外径2.2mmのプラスチック光ファイバケーブルを製造し、信頼性のテストを行った。まず、85℃で95%の湿度のオープンに1000時間放置したときの伝送損失値は158dB/kmと安定していた。また別の耐熱試験として、

100℃の乾熱状態に1000時間放置した場合でも130dB/kmと安定していた。

【0030】【比較例1】実施例1と同様の芯樹脂及び鞘樹脂を用い、2層複合紡糸ダイで芯鞘2層構造のプラスチック光ファイバを得た。紡糸ダイの温度は240℃とし、芯径が980μm、鞘外径が1000μmのプラスチック光ファイバを20m/minの紡糸速度で紡糸した。このプラスチック光ファイバの伝送損失は650nmの波長で、入射NA0.15で測定し220dB/kmとロスが大きかった。

【0031】【実施例2】実施例1で用いた芯樹脂と鞘樹脂を用いた。鞘樹脂の230℃におけるMIは22g/10分であった。また保護層樹脂として、ナイロン12樹脂の中にカーボンブラックを1%添加してなる、230℃におけるMIが150g/10分であり、融点が178℃、ヒカット軟化温度が165℃の樹脂を用いた。

【0032】上記芯樹脂、鞘樹脂、保護層樹脂の3つの樹脂を実施例1と同様に図2に示すような3層複合紡糸ダイに導入し、紡糸ダイの温度を230℃として、芯径960μm、鞘外径980μm、保護層外径1000μmのプラスチック光ファイバを20m/minの紡糸速度で紡糸した。

【0033】得られたプラスチック光ファイバの伝送損失は650nmの波長で、入射NA0.15で測定して128dB/kmであった。本プラスチック光ファイバにオレンジ色のナイロン12のジャケットをほどこし、外径2.2mmのプラスチック光ファイバケーブルを製造した。

【0034】得られたケーブルを85℃で95%の湿度のオープンに1000時間放置したときの伝送損失値は160dB/kmと安定していた。別の耐熱試験として、100℃の乾熱状態に1000時間放置した場合でも131dB/kmと安定していた。

【0035】上記ケーブル50mの両端に黒色コネクタを接続し、トスリンクテストを用いて直射日光の下にケーブルをさらしながら当該試料ケーブルが被覆の外から受け取った光量を測定した。この間LEDは点灯させないでパワーを測定した。その結果40dBm以下の光漏れ込みにすぎなかった。次に、このケーブルを23℃にて軽油及びガソリンに500時間浸漬したがプラスチック光ファイバの伝送損失の変化もなく、ケーブルの腐食もなかった。

【0036】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、耐熱性及び耐薬品性に優れ、高NAで曲げによる光ロスが少なく、狭い環境、特に自動車内の配線のように過酷な環境においても使用に耐えるプラスチック光ファイバが提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のプラスチック光ファイバの断面模式図である。

【図2】本発明の実施例に用いられた3層複合紡糸ダイの縦断面模式図である。

【符号の説明】

1 芯

* 2 鞘

3 保護層

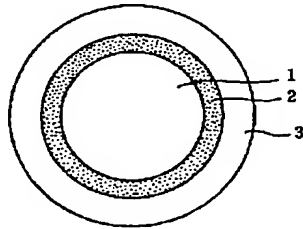
1 1 芯樹脂導入口

1 2 鞘樹脂導入口

1 3 保護層樹脂導入口

* 1 4 3層構造体排出口

【図1】



【図2】

